

[6]



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 199 57 557 A 1**

(5) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 07 C 11/00**  
B 60 R 25/00

(21) Aktenzeichen: 199 57 557.6  
(22) Anmeldetag: 30. 11. 1999  
(43) Offenlegungstag: 7. 6. 2001

(71) Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:  
Ilg, Johannes, 93055 Regensburg, DE; Schmidt, Frank, 85604 Zorneding, DE; Hofbeck, Klaus, Dr., 93053 Regensburg, DE; Vossiek, Martin, Dr., 80798 München, DE; Roskosch, Richard, 85521 Ottobrunn, DE; Heide, Patric, Dr., 85579 Neubiberg, DE

(56) Entgegenhaltungen:

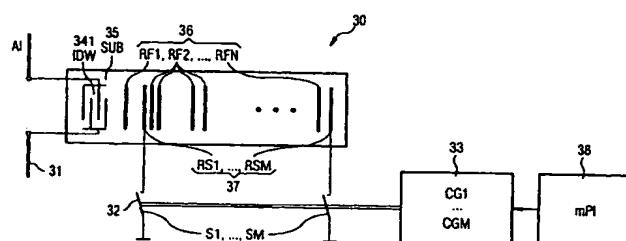
DE 196 12 452 C1  
DE 198 22 501 A1  
DE 197 09 847 A1  
DE 196 46 745 A1  
DE 196 38 627 A1  
DE 196 33 519 A1  
DE 196 22 013 A1  
DE 196 10 116 A1  
DE 44 45 285 A1  
DE 44 13 211 A1  
DE 43 06 660 A1  
GB 22 38 210 A  
US 47 37 790  
EP 08 02 497 A1  
WO 99 65 006 A1  
WO 96 33 423 A1  
WO 95 06 261 A1  
WO 94 11 754 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Identifikationssystem, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, und Verfahren zum Betreiben des Identifikationssystems

(57) Ein Identifikationssystem weist eine Sende- und Empfangseinrichtung (20) auf, die Radarsignale breitbandig moduliert aussendet und daraufhin auf Echosignale wartet. Eine Codegeber (30), moduliert die empfangenen Signale mit einem OFW-Element (35, 36, 37), das sowohl feste eingestellte als auch variable modulierende Reflektoren aufweist, und sendet die modulierten Signale als Echosignale zurück.



DE 199 57 557 A 1

DE 199 57 557 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Identifikationssystem, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, und Verfahren zum Betreiben des Identifikationssystems, mit dem eine Berechtigung für den Zugang zu einem Objekt überprüft wird.

Funkbasierte Identifikationssysteme, auch RFID "radio frequency identification" Systeme genannt, finden, z. B. als Ersatz für mechanische Schlüsselsysteme, beim Zugangsschutz für Rechner oder etwa bei automatischen Zahlungssystemen zunehmenden Einsatz. Ein RFID-System besteht aus einer Identifikationsmarke (im folgenden als Codegeber bezeichnet), die auch Codegeber, RFID-Tag, ID-Geber oder ID-Karte genannt wird, die der Benutzer bei sich trägt oder die an einem zu identifizierenden Objekt angeordnet ist. Der Codegeber ist mit einem charakteristischen Code ausgestattet. Dieser Code wird über eine Basisstation (im folgenden als Sende- und Empfangseinheit bezeichnet) mit welcher der Code des Codegebers abgefragt und anschließend authentifiziert oder verifiziert werden kann.

Verschiedene funkbasierte Übertragungstechnologien sind möglich oder üblich: LF-Systeme im Frequenzbereich von 100–300 kHz, RF-Systeme bei 433 MHz oder 867 MHz und hochfrequente Mikrowellensysteme, die zumeist bei den Frequenzen 2,4 GHz, 5,8 GHz, 9,5 GHz oder 24 GHz arbeiten.

Man unterscheidet bei Codegebern zwischen einer aktiven und passiven Identifikation. Die passive Identifikation zeichnet sich dadurch aus, daß der Codegeber ständig, ohne Zutun des Benutzers von der Sende- und Empfangseinheit abgefragt werden kann. Befindet sich der Codegeber innerhalb eines gewissen Entfernungsbereich zur Sende- und Empfangseinheit, so erfolgt die Identifikation automatisch oder z. B. bei manueller Betätigung einer Schalteinrichtung, z. B. durch Betätigen einer Türklinke, durch den Benutzer. Die Beschränkung des Entfernungsbereiches ergibt sich im allgemeinen aus der Funkfelddämpfung.

Bei einem aktiven Identifikationssystem hingegen wird die Kommunikation aktiv vom Benutzer am Codegeber ausgelöst. Der Benutzer muß hierbei also üblicherweise zum einen den Codegeber manuell bedienen und dann z. B. zusätzlich die Türklinke betätigen. Aus Gründen eines erhöhten Komforts finden daher passive Identifikationssysteme vermehrte Anwendung.

Eine übliche und günstige Ausführung von Codegebern sind sogenannte Backscatter-Codegeber. Dabei sendet eine Sende- und Empfangseinheit ein Sendesignal (im folgenden als Abfragesignal bezeichnet) in Richtung des Codegebers aus. Falls der Codegeber das Abfragesignal empfängt, so wird es moduliert reflektiert, jedoch intern nicht weiter ausgewertet.

Der Codegeber kann von der Sende- und Empfangseinheit nach dem Radarprinzip aus einiger Entfernung "gesehen" werden. Zur Abfrage können gängige Radarverfahren, wie z. B. Impuls-Echo-Verfahren, Pulskompressionsverfahren, Stepped-Frequency-Methoden oder FM-CW-Prinzipien (frequency modulation – continuous wave) verwendet werden.

Nachteilig ist bei solchen Identifikationssystemen, daß der Übertragungskanal unbemerkt und zu einem im Prinzip beliebigen Zeitpunkt abgehört werden kann. Durch eine geeignete Einrichtung ist es einem Angreifer daher normalerweise möglich, sich den Code unbefugt zugänglich zu machen und damit die eigentlich angestrebte Schutzfunktion zu überwinden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Identifikationssystem zu schaffen, das eine verbesserte Sicherheit gegen unbefugte Benutzung aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Identifikationssystem gemäß Patentanspruch 1 und ein Verfahren zum Betreiben des Identifikationssystems nach Patentanspruch 5 gelöst.

- 5 Dabei weist das Identifikationssystem eine stationär angeordnete Sende- und Empfangseinheit auf, die Sendesignale breitbandig moduliert aussendet und daraufhin auf Echosignale von einem tragbaren Codegeber wartet. Der Codegeber weist zumindest zwei verschiedene Modulatoren auf, die, die 10 das empfangene Sendesignal auf zwei verschiedene Arten moduliert, wodurch ein Codesignal entsteht, das zurück zur Sende- und Empfangseinheit gesendet wird. In einer Auswerteeinheit der Sende- und Empfangseinheit wird das Codesignal hinsichtlich seiner Berechtigung ausgewertet.
- 15 Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der schematischen Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- 20 Fig. 1 und 2 Blockschaltbildern von verschiedenen Codegebern eines erfindungsgemäßen Identifikationssystems,

Fig. 3 und 4 Frequenzspektren eines von einer Sende- und Empfangseinheit des Identifikationssystems empfangenen Echosignals entsprechend der Fig. 1 bzw. 2,

- 25 Fig. 5 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Identifikationssystems und

Fig. 6 ein erfindungsgemäßes Identifikationssystem, das in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist.

- 30 Ein Identifikationssystem weist eine Sende- und Empfangseinheit 20 (in der Fig. 5 näher dargestellt) auf, die an einem Objekt (das spezielle Objekt Kraftfahrzeug 10 wird in der Fig. 6 näher erläutert) angeordnet ist, zu dem Zugang begehrt wird. Diese Sende- und Empfangseinheit 20 sendet bei Bedarf oder ständig Sendesignale (Anforderungssignale) breitbandig moduliert aus und wartet daraufhin auf den Empfang von reflektierten Signalen (im folgenden als Echosignale bezeichnet).

- 35 Die Anforderungssignale werden im Mikrowellenbereich breitbandig moduliert ausgesendet. Diese Signale werden an Objekten in der Umgebung zum Teil oder vollständig reflektiert oder auch mehrfach reflektiert und zu der Empfangseinheit zurückübertragen.

- 40 Breitbandig bedeutet dabei, daß eine Oszillatorfrequenz innerhalb eines relativ großen Frequenzbandes beim Senden oder Empfangen variiert und de- oder moduliert wird. Dies steht im Gegensatz zur typischen Modulation, bei der bei einer festen Trägerfrequenz moduliert und demoduliert wird. Die Frequenzen liegen üblicherweise über 100 MHz. Typischerweise werden 433 MHz, 868 MHz oder 2,45 GHz verwendet.

- 45 Falls ein mobiler Codegeber 30 mit einem aktiven Reflektor im Wirkungsbereich der Sende- und Empfangseinheit 20 (d. h. innerhalb der Reichweite) angeordnet ist und ein Anforderungssignal empfängt, so nimmt er seinerseits eine Modulation (oder auch als Codierung bezeichnet) vor und sendet ein moduliertes Echosignal (oder auch als Codesignal bezeichnet) zurück. Der aktive Reflektor (auch als Backscatter bezeichnet) im Codegeber 30 sorgt dafür, daß die vom Codegeber 30 empfangenen Signale reflektiert und

- 50 dabei mit einem Code des Codegebers 30 moduliert oder codiert werden.

- 55 Der Codegeber 30 weist einen für ihn charakteristischen Code auf, mit dem das Anforderungssignal moduliert wird. Mit Hilfe dieses Codes weist der Codegeber 30 eine Berechtigung nach, damit ein den Codegeber 30 tragender Benutzer Zugang zu einem Objekt hat oder das Objekt benutzen kann.

Das ausgesendete Anforderungssignal wird bei Verwen-

dung des bekannten FM-CW-Radarverfahrens (Frequency Modulated Continous Wave) beim Empfangen mit den empfangenen Signalen gemischt. Somit erhält man in der Sende- und Empfangseinheit 20 ein niederfrequentes Meßsignal (Frequenzspektren siehe Fig. 3 und 4), das hinsichtlich der Überprüfung der Berechtigung (wird auch als Authentifikation bezeichnet) ausgewertet werden kann. Bei Berechtigung wird der Zugang zu dem Objekt (beispielsweise einem Computer, einem Kraftfahrzeug, einem Telefon, einem Geldautomaten, einem Gebäude, usw.) oder dessen Benutzung freigegeben.

Damit das Codesignal nicht unbefugt abgehört und wiedergegeben wird, weist der Codegeber 30 typischerweise zwei verschiedene Modulatoren auf, die das Codesignal z. T. moduliert "reflektieren". Die Modulatoren beeinflussen dabei das Signal derart, daß einzelne Reflexionen hinsichtlich Signallaufzeiten beeinflußt werden, die dann in der Sende- und Empfangseinheit 20 ausgewertet werden.

Die Sende- und Empfangseinheit 20 (d. h. die Auswerteeinheit der Sende- und Empfangseinheit 20) muß daher in der Lage sein Signallaufzeiten (die bei Radarverfahren Entferungen entsprechen) zu messen. Die Entfernungsmessung bewirkt, daß die Veränderungen in den Signallaufzeiten und damit quasi von Entfernungen sofort von der Sende- und Empfangseinheit 20 detektiert werden kann und somit ein Schutz unberechtigtes Abhören gewährleistet ist.

Um die Signallaufzeiten zu beeinflussen weist der Codegeber 30 vorteilhafterweise ein sogenanntes OFW-Element (Oberflächenwellen-Element) auf. Solche OFW-Elemente sind elektroakustische Bauelemente, in denen ein hochfrequentes elektrisches Signal in eine mechanische Oberflächenwelle umgewandelt wird. Diese mechanische Welle wird durch auf die Oberfläche aufgebrachte Strukturen beeinflußt und anschließend wieder in ein elektrisches Signal zurückgewandelt. Diesem elektrischen Signal sind dann die Modifikationen (Codierung) der Welle aufgeprägt.

Ein OFW-Element kann in ein Funksystem eingebunden werden, indem das OFW-Element mit einer Antenne 31 verbunden wird. Das OFW-Element kann nun von der Sende- und Empfangseinheit 20 nach dem Radarprinzip aus einiger Entfernung "ausgelesen" werden. Zur Abfrage können gängige Radarverfahren wie z. B. Impuls-Echo-Verfahren, Pulskompressionsverfahren, Stepped-Frequency-Methoden oder FM-CW-Prinzipien verwendet werden.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wird das von der Sende- und Empfangseinheit 20 gesendete Anforderungssignal wird von einer Antenne 31 (AI) empfangen und mit einem Interdigitalwandler 341 (IDW) in ein akustisches Signal gewandelt. Dieses akustische Signal breitet sich auf einem Substrat 35 (SUB) aus und wird an Strukturen oder Reflektoren 36, 37 (RF1 bis RFN, RS1 bis RSM) die sich verteilt auf dem Substrat befinden, reflektiert und dadurch kodiert oder moduliert.

Die reflektierten Signale werden von dem Interdigitalwandler 341 in ein elektrisches Sendesignal zurückgewandelt und als Echosignal oder Codesignal über die Antenne 31 zurück zu der Sende- und Empfangseinheit 20 gesendet.

Erfundungsgemäß soll der Codegeber 30 zumindest zwei Modulatoren oder Codierer aufweisen. Dementsprechend sich zusätzlich zu festen Strukturen zum Modulieren auch noch variable Strukturen auf dem Substrat vorhanden. Die variablen Strukturen werden durch einen Codegenerator 33 (oder mehrere Codegeneratoren CG1 bis CGN) derart beeinflußt, daß sich das Reflexionsverhalten und damit die Modulation ändert.

In dem Ausführungsbeispiel befinden sich N feste Reflektoren 36 (RF1, RF2, . . . RFN) und M variable Reflektoren 37 (RS1, . . . RSM) auf dem Substrat 35. Letztere werden durch

M Codegeneratoren 33 (CG1, . . . CGM), welche über eine Prozessor 38 (mPI) gesteuert werden, moduliert. Die Modulation wird z. B. mit einem Schalter 32 (oder mehreren Schaltern S1 bis SM) realisiert, der jeweils einen variablen Reflektor 37 wechselnd zwischen zwei Reflexionszuständen hin und her schaltet. Somit können zumindest zwei verschiedene logische Zustände eingenommen werden.

Selbstverständlich können die Schalter 32 stufig geschaltet werden, wodurch viele verschiedene logische Zustände eingenommen werden, die sich dann nur durch ihre Amplitude unterscheiden, wodurch quasi eine Amplitudenmodulation durchgeführt wird. Ebenso sind auch hier andere bekannte Modulationschemata möglich, wie etwa eine Phasen- oder eine Frequenzmodulation.

Welche Reflektoren 36, 37 geschaltet werden und wie die Reflektoren 36, 37 geschaltet werden, ist für jeden Codegeber 30 charakteristisch und stellt einen Teil des Codes des Codegebers 30 dar, mit dem ein empfangenes Signal moduliert und als Codesignal zurückgesendet wird.

Die Reflektoren 36, 37 sind dabei an für den Codegeber 30 charakteristischen Stellen angeordnet, so daß sich ein erster Code ergibt, mit dem Signale moduliert werden. Ein zweiter Code (und damit auch eine Modulation) ergibt sich durch das variable Schalten der variablen Reflektoren 37 (RS1 bis RSM).

Durch die komplexe Reflexion und die Mischung von mehreren unterschiedlich modulierten oder auch nicht modulierten Signalen wird das Abhören durch einen Unbefugten deutlich erschwert. Entscheidend ist jedoch, daß es dem Unbefugten – auch bei korrekter Detektion des Codes – im allgemeinen nicht möglich sein wird, die korrekten Laufzeiten in einem simulierten Codegeber 30 nachzubilden. Dies ist deswegen kaum praktikabel, da die Laufzeiten auf dem OFW-Element Mikrowellen-Signallaufstrecken (Entfernung) von einigen hundert Metern bis einigen Kilometern Länge entsprechen.

Derjenige, der unbefugt das Codesignal abhören und decodieren möchte, bliebe also nur die Möglichkeit, den gewünschten Codegeber 30 nachzubauen, was jedoch kurzfristig nicht möglich ist und wozu zudem eine aufwendige und komplexe OFW-Technologie erforderlich ist. Auch schon bei relativ geringen Umfang des nicht variablen Codes auf dem OFW-Element, z. B. 10 Bit, wird es einem Unbefugten auch nicht möglich sein alle Codemöglichkeiten in Form von vorgefertigten OFW-Elementen vorzuhalten.

Der spezielle Codegeber 30 könnte daher so ausgeführt sein, daß sich auf ihm ein fester Code mit z. B. 20 Bit befindet (feste Reflektoren 36). Ein variabler Code von z. B. 128 Bit ergibt sich dann durch die Modulation eines oder mehrerer variabler Reflektoren 37. Durch diese Modulation wird der Nachteil der Codebegrenzung bei OFW-Codegebern aufgehoben.

Zur Modulation ist nur ein Steuerstrom für die Schalter 32 notwendig, der sehr stromsparend ausgeführt werden kann, z. B. als FET-Transistor mit einem mittleren Stromverbrauch im  $\mu\text{A}$ -Bereich. Eine Batterie im Codegeber 30 könnte also mehrere Jahre oder Jahrzehnte die Schalter 32 betreiben und somit den Codegeber 30 funktionstüchtig halten.

In der Fig. 3 ist ein Frequenzspektrum dargestellt, wie es in der Sende- und Empfangseinheit 20 erhalten wird, wenn ein Codegeber 30 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet wird. Das Anforderungssignal wird gemäß einem FM-CW-Radarverfahren breitbandig moduliert ausgesendet. Im Codegeber 30 wird das Anforderungssignal mit der Modulationsfrequenz  $f_{\text{mod}}$  frequenzmoduliert (Zweiseitenband-Modulation mit den Seitenbändern 42 und 42'). Es kann auch eine Amplitudenmodulation mit der Modulati-

onsfrequenz  $f_{mod}$  nach einer Bandpaßfilterung um die Modulationsfrequenz  $f_{mod}$  stattfinden.

In der Sende- und Empfangseinheit 20 wird dann das Frequenzspektrum ausgewertet. Basisbandkomponenten 41 (in der Fig. 3 ganz links) werden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Denn diese stammen von Reflexionen an sonstigen Objekten. Sie werden nicht durch den Codegeber 30 moduliert und weisen eine kleine Signallaufzeit auf.

In Fig. 3 rechts vom Basisband 41 liegen einzelne Frequenzbänder (oder auch als Reflexionen bezeichnet), die durch Reflexion an den unmodulierten Reflektoren 36 (RF1 bis RFN) entstehen. Um die Modulationsfrequenz  $f_{mod}$  sind die beiden Seitenbänder mit den Frequenzbändern, die durch die modulierten Reflektoren 37 (RS1 bis RSM) verursacht werden.

Aus einer Messung der Frequenzdifferenz  $\Delta f$  oder der Phasendifferenz  $\Delta\phi$  zwischen Sendefrequenz und Empfangsfrequenz kann eine Entfernung (Signallaufzeit) eines Objekts ermittelt werden. Die empfangene Frequenz  $f$  oder Phase  $\phi$  sind also proportional einer Signallaufzeit.

Die zu den Maxima der einzelnen Frequenzbänder zugehörigen Frequenzen können gemessen werden. Diese Frequenzen entsprechen den Signallaufzeiten, die ein Signal von der Sende- und Empfangseinheit 20 kommend – inklusive Laufzeitverlängerung durch das OFW-Element (infolge der Reflektoren 36, 37) – und zurück zu der Sende- und Empfangseinheit 20 benötigt. Wenn die ermittelten Frequenzen erwarteten Frequenzen entsprechen und der vom Codegeber 30 kommende und demodulierte Code ebenfalls korrekt ist, so wird der Zugang zu dem Objekt oder dessen Benutzung freigegeben.

Eine sehr vorteilhafte Modulationsmöglichkeit besteht darin, nicht einen Reflektor 36, 37 auf dem OFW-Element zu modulieren, sondern direkt einen Fußpunkt der Antenne, an die das OFW-Element angekoppelt ist. Ein derartiges Ausführungsbeispiel ist in Fig. 2 dargestellt.

In einem ersten Schaltzustand ist die Antenne 31 fehlgepaßt und reflektiert das Signal der Sende- und Empfangseinheit 20 direkt. In einem zweiten Schaltzustand gelangt das empfangene Signal über die angepaßte Antenne 31 zum OFW-Element mit seinen Reflektoren 36, 37 (RF1 bis RFN) und wird erst dort nach einer Laufzeitverlängerung reflektiert.

Die Anpassung wird beispielsweise über ein Anpaßnetzwerk 342 (ANW) realisiert, das durch einen Schalter 32 (S) im Anpaßverhalten geändert werden kann. Der Schalter 32 wird von einem Code-Generator 33 (Codegeber) moduliert, der seinerseits von einem Mikroprozessor 38 (mPI) gesteuert wird.

Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion tragen in der Fig. 2 dieselben Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Vorteilhaft ist bei diesem Ausführungsbeispiel, zum einen, daß die Modulation am Antennen-Fußpunkt einfacher zu realisieren ist, zum anderen, daß die Amplitude bei einer Reflexion direkt an der Antenne deutlich größer als die von dem verlustbehafteten OFW-Element reflektierten Signale.

In der Fig. 4 ist ein Frequenzspektrum dargestellt, wie es in der Sende- und Empfangseinheit 20 erhalten wird, wenn ein Codegeber 30 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel (Fig. 2) verwendet wird. Das Anforderungssignal wird gemäß einem FM-CW-Radarverfahren breitbandig moduliert ausgesendet. Im Codegeber 30 wird das Anforderungssignal einmal von der Antenne 31 reflektiert und ein andermal an den OFW-Reflektoren 36, 37, und dies je nach einem Algorithmus, in dem der Schalter 32 geschaltet wird.

In der Sende- und Empfangseinheit 20 wird dann das Frequenzspektrum ausgewertet. Basisbandkomponenten 41 (in der Fig. 4 ganz links) werden bei der Auswertung abermals

nicht berücksichtigt. Denn diese stammen von Störreflexionen an sonstigen Objekten. Sie sind nicht moduliert und weisen eine kleine Signallaufzeit auf.

In Fig. 4 sind aufgrund einer Zweiseitenbandmodulation zwei Seitenbänder 42 und 42' symmetrisch zur Modulationsfrequenz  $f_{mod}$  angeordnet. Die Reflexionen mit großen Amplituden sind direkte Reflexionen an der Antenne 31. Die Reflexionen mit kleineren Amplituden sind Reflexionen an den OFW-Reflektoren 36 (RF1 bis RFN).

Amplituden und Frequenzen (Laufzeiten) können dann in der Sende- und Empfangseinheit 20 aufgewertet und mit erwarteten Werten verglichen werden. Bei Übereinstimmung wird dann eine Freigabe des Objekts erteilt.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel könnte das Identifikationssystem auch derart betrieben werden, daß für eine geringere Sicherheitsstufe nur die direkten Reflexionen an der Antenne ausgewertet werden. Das Identifikationssystem verfügt hierbei über eine große Reichweite, da die Amplituden in diesem Falle größer sind.

Bei sicherheitskritischen Vorgängen wird dann erfahrungsgemäß zusätzlich der OFW-Code überprüft werden, was jedoch zu geringeren Reichweiten führt, da die Amplituden der an den OFW-Reflektoren reflektierten Signale geringer sind.

Das Identifikationssystem kann beispielsweise bei einem Kraftfahrzeug (Fig. 6) zum Entriegeln der Türen oder Lösen der Wegfahrsperre eingesetzt werden. Falls sich Codegeber 30 einer Tür 11, 12, 13, 14 nähert, so kann die Innenbeleuchtung nach Abfrage des modulierten Antennen-Signals eingeschaltet werden. Es kann auch eine komplexere Abfrageelektronik aktiviert (nur bei großer Entfernung und weniger sicherheitskritischen Aktionen) werden. Falls die Türen entriegelt werden sollen, so wird zusätzlich noch der OFW-Code des Codegebers 30 abgefragt (kleine Entfernung, sicherheitskritisch). Wenn der Code korrekt ist, so ist der Codegeber 30 berechtigt, die Tür zu entriegeln.

Da die Reichweite des Identifikationssystems mit dem Signalzu-Rauschverhältnis SNR gekoppelt ist und sich das SNR durch eine längere Meßdauer oder durch Mitteln mehrere Messungen verbessern läßt, könnte das Identifikationssystem auch so betrieben werden, daß eine schnelle Voridentifikation nur anhand des Antennenreflexes erfolgt, die sicherheits-relevante Identifikation aber erst nach einer etwas längeren Zeit basierend auf dem OFW-Code.

Durch die Modulation an der Antenne 31 kann zusätzlich ein Antikollisionsverfahren mehrerer, dem Objekt zugeordneter Codegeber 30 realisiert werden, da die Modulation an der Antenne 31 bewirkt, daß auch alle Signale vom Codegeber 30 moduliert zurückreflektiert werden. Hierzu muß die Modulation von unterschiedlichen Codegebern 30 so gewählt werden, daß deren Modulationssignale nicht korreliert sind. Hierzu bieten sich die bekannten Amplitude-, Phase- und Frequenzmodulationsschemata an, wie sie auch sonst bei Backscattersystemen oder in der Kommunikation verwendet werden.

Eine einfache Möglichkeit besteht etwa darin die Anpassung der Antenne 31 im Sinne einer Amplitudenmodulation mit einer bestimmten festen, aber für jeden Codegeber 30 unterschiedlichen Frequenz zu ändern.

Den Aufbau eines Identifikationssystems ist als Blockschaltbild in der Fig. 5 dargestellt. Ausgeführt ist die Sende- und Empfangseinheit 20 nach dem bekannten FM-CW-Radarprinzip. Die Sende- und Empfangseinheit 20 besteht hierbei aus einem frequenzverstimmbaren Oszillator 21 (VCO), einem HF-Verstärker 22 (VB), einem Empfänger/Mischer-Baustein 23 (Trx-Mix), einer Antenne 24 (AB), einem Filter 25 (FLT), einem A/D-Wandler 26 (A/D-Wandler), einem Mikroprozessor 27 (mPB) als Auswerteeinheit

und einem D/A-Wandler 28 (D/A).

Der Mikroprozessor 27 wertet die gemessenen und A/D-gewandelten Signale im Sinne einer Berechtigungsüberprüfung mittels Laufzeitmessung/Frequenzmessung aus. Der Mikroprozessor 27 dient des weiteren dazu, den Oszillator 21 über den D/A-Wandler 28 mit einem Signal  $v(t)$  zu steuern. Dadurch kann das Anforderungssignal breitbandig moduliert ausgesendet werden und beim Empfang des Codesignals mit diesem gemischt werden. Breitbandig bedeutet dabei, daß eine Oszillatorkreisfrequenz innerhalb eines relativ großen Frequenzbandes beim Senden oder Empfangen variiert und de- oder moduliert wird. Dies steht im Gegensatz zur typischen Modulation, bei der bei einer festen Trägerfrequenz moduliert und demoduliert wird.

Anstatt als FM-CW-Radarverfahren könnte die Sende- und Empfangseinheit 20 ebenso nach dem Pulsradar-Verfahren betrieben werden. Der entsprechend zugehörigen Codegeber 30 sind in Fig. 2 näher dargestellt.

Durch die unterschiedliche Modulation der Codegeber 30 können sich gleichzeitig mehrere Codegeber 30 (ID-TAG 1, ID-Tag 2, ..., ID-TAG N) im Abfragegebiet befinden ohne daß eine Kollision der verschiedenen Signale eine Überprüfung der Berechtigung beeinträchtigt.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform ergibt sich, wenn das OFW-Element als OFW/Halbleiter-Hybridsystem gefertigt ist. Somit kann die Modulationsschaltung und ggf. auch weitere Halbleiter-Schaltungskomponenten mit auf dem OFW-Element integriert werden. Solche OFW-Elemente sind in der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 198 22 501 beschrieben.

Das erfundungsgemäße Identifikationssystem wird vorteilhafterweise bei einem Kraftfahrzeug eingesetzt (Fig. 6) und auch beispielhaft für dieses näher erläutert. Es kann aber auch bei anderen Objekten, wie Computer, Telefon, Internet, Geldautomat, gebührenpflichtige Straßen, Verkehrsmittel (Fahrkarte), Räume, Gebäude, u. ä. verwendet werden.

In der Fig. 6 sind mögliche Anbringungsorte der Sende- und Empfangseinheit 20 bei Verwendung in einem Kraftfahrzeug 10 angegeben. Vorzugsweise befinden sich Sende- und Empfangseinheiten 20 in der Fahrertür 11 (z. B. mit zwei Sende- und Empfangseinheit 20, nämlich einem Außenraumsensor und einem Innenraumsensor) und/oder der Beifahrertür 12. Falls Fondtüren 13, 14 vorhanden sind, so können dort ebenfalls jeweils zwei Sende- und Empfangseinheiten 20 angeordnet sein. Eine Sende- und Empfangseinheit 20 kann am Innenspiegel 17, eine in der Hutablage 16 und eine am Heck in der Nähe des Kofferraums 15 angeordnet sein.

Die Sende- und Empfangseinheit 20 sendet auf Aufforderung (beispielsweise Betätigen eines Schalters oder Türgriffs am Kraftfahrzeug 10), ständig intermittierend oder bei Annähern einer Person sein Anforderungssignal in eine Voreinstellung aus. Falls der Codegeber 30 das Anforderungssignal empfängt, so sendet er ein Codesignal zurück. Durch die doppelte Modulation im Codegeber 30 ergibt sich ein Codesignal, das nur schwer unbefugt abgehört und wiedergegeben werden kann.

Der Anbringungsort und die Anzahl der Sende- und Empfangseinheiten 20 ergeben sich aus der Fahrzeuggeometrie und den gewünschten Anforderungen hinsichtlich Erfassungsbereich, in dem sich der Codegeber 30 aufhalten sollte, und hinsichtlich des Tragekomforts des Codegebers 30.

Das von der Sende- und Empfangseinheit 20 empfangene Codesignal kann direkt in einer Auswerteeinheit (Mikroprozessor 27) ausgewertet werden. Jede der verteilte angeordneten Sende- und Empfangseinheiten 20 kann sein Codesignal

darüber hinaus einem Zentralrechner zuführen, der dann entsprechend die Berechtigung prüft. Außerdem kann er entscheiden kann, ob nur Fahrertür 11, Beifahrertür 12, alle Türen 11-14 oder nur der Kofferraum ent- oder verriegelt werden soll. Dies hängt davon ab, zu welcher der an der Kraftfahrzeug-Karosserie verteilt angeordneten Sende- und Empfangseinheiten 20 die geringste Entfernung (geringste Laufzeit) zum Codegeber 30 besteht, d. h. aus welcher Richtung das Codesignal gekommen ist oder von welcher Richtung sich der Benutzer seinem Fahrzeug nähert.

#### Patentansprüche

1. Identifikationssystem, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit

- einer stationär angeordneten Sende- und Empfangseinheit (20), die Sendesignale breitbandig moduliert aussendet und daraufhin Echosignale von einem mobilen Codegeber (30) und/oder infolge von Reflexionen an Objekten empfängt,
- dem Codegeber (30), der zwei verschiedene Modulatoren aufweist, die das empfangene Sendesignal auf zwei verschiedene Arten moduliert, wodurch ein Codesignal entsteht, das zurück zur Sende- und Empfangseinheit 20 gesendet wird, und
- einer Auswerteeinheit, welche das Codesignal hinsichtlich Berechtigung des Codegebers (30) auswertet.

2. Identifikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Modulatoren durch ein Oberflächenwellen-Filter (35, 36, 37) realisiert sind, die das Sendesignal mittels Signallaufzeiten modulieren.

3. Identifikationssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Oberflächenwellen-Filter (35, 36, 37) mehrere verteilt auf einem Substrat (35) angeordnete Reflektoren (36, 37) aufweist, wovon ein Teil fest und der andere Teil variable zu- und abschaltbar sind.

4. Identifikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Sende- und Empfangseinheit (20) in einem im Kraftfahrzeug (10) angeordnet ist, die ein Sendesignal aussendet und danach auf den Empfang eines Codesignals wartet.

5. Verfahren zum Betreiben eines Identifikationssystems, insbesondere für ein Kraftfahrzeug (10), das folgende Verfahrensschritte aufweist:

- Aussenden von breitbandig modulierten Sendesignalen durch eine Sende- und Empfangseinheit (20) im Kraftfahrzeug (10),
- Modulieren der von einem tragbaren Codegeber (30) empfangenen Sendesignalen mit zwei unterschiedlichen Modulationsverfahren, um ein Codesignal zu erzeugen, das zurück zu der Sende- und Empfangseinheit (20) gesendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendesignale in dem Codegeber (30) bezüglich Signallaufzeiten oder Amplitude moduliert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Sendesignal als breitbandig moduliertes Anforderungssignal oder Radarsignal mit Frequenzen ( $f$ ) größer als 100 MHz ausgesendet wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

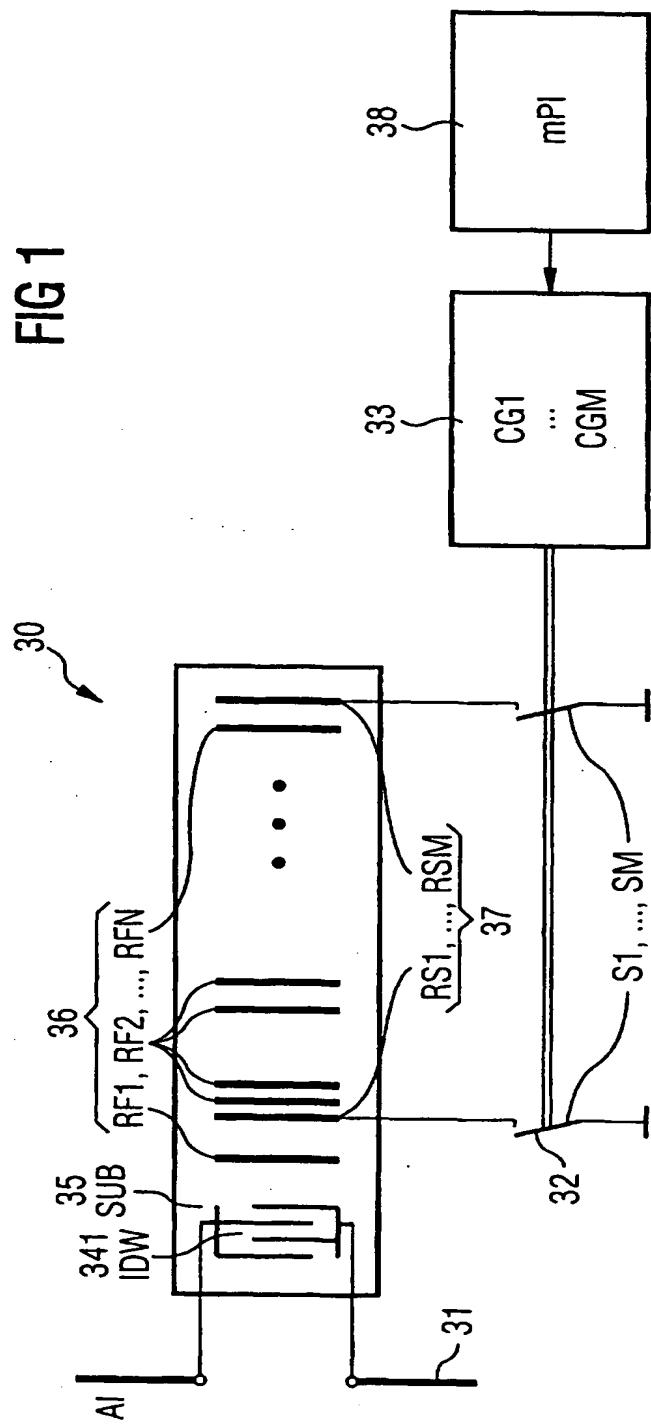


FIG 2

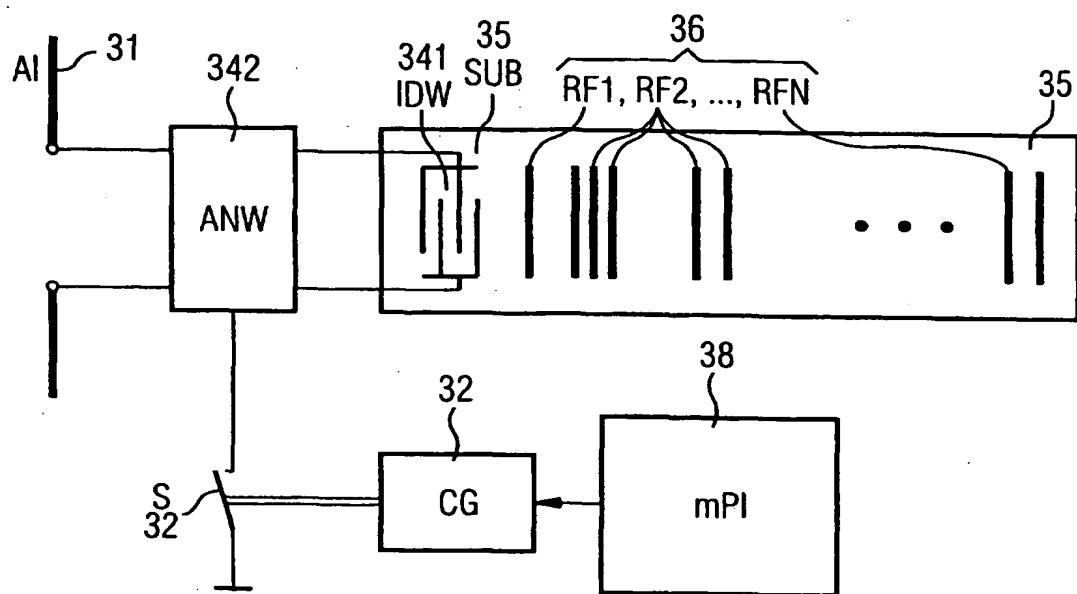


FIG 3

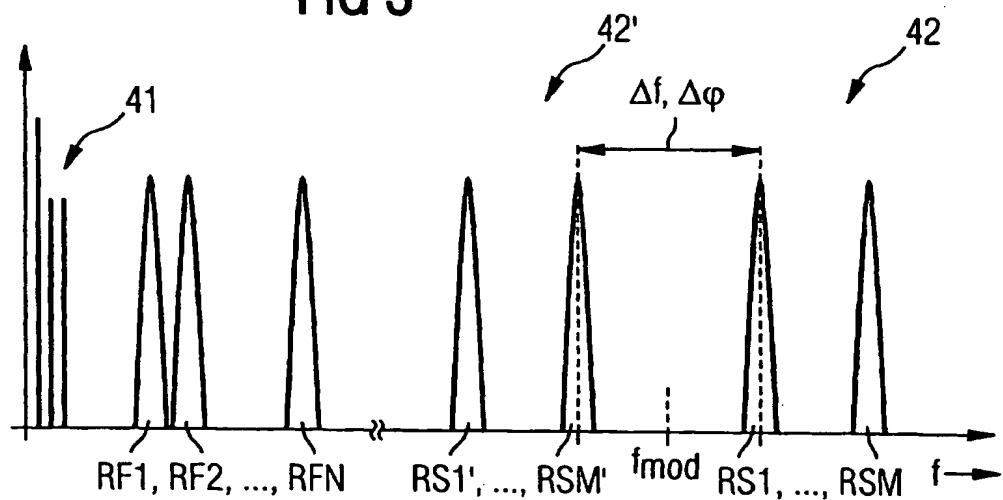
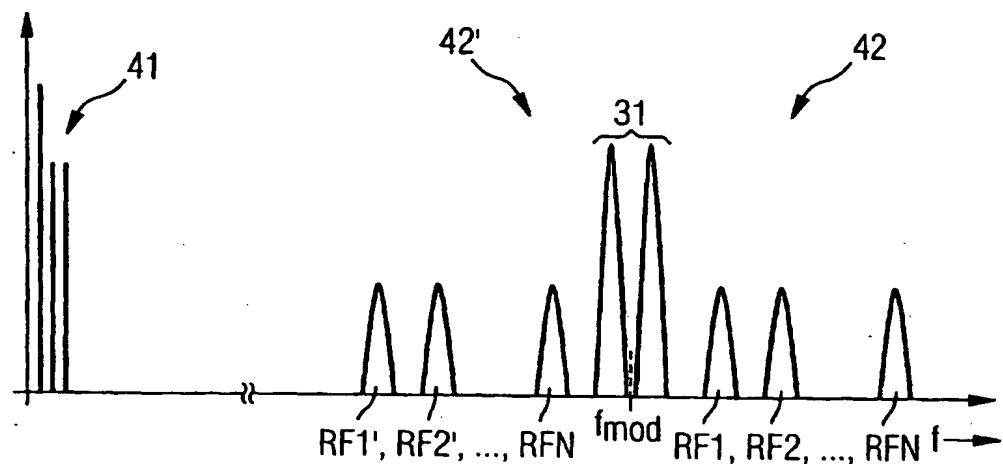


FIG 4



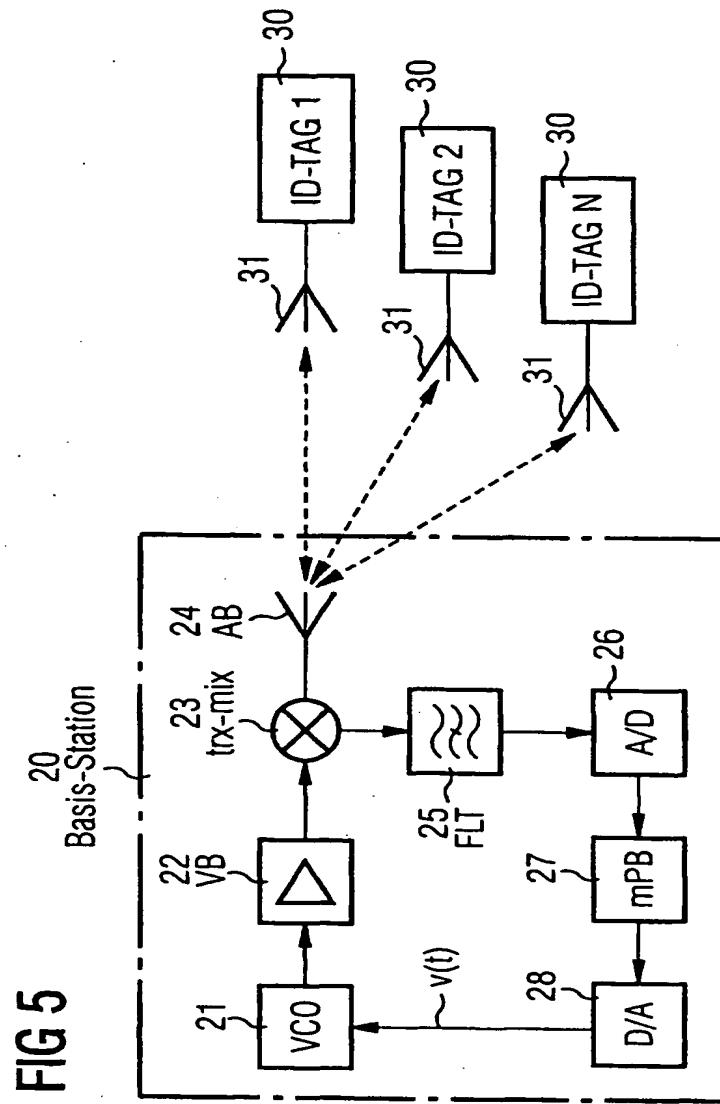


FIG 6

